

**Hydrodynamic bearing for spindle motor especially, for disc drive, has shaft with shoulder and hydrodynamic axial bearing formed between shoulder and opposing surface of counter bearing**

**Patent number:** DE10232933  
**Publication date:** 2003-11-13  
**Inventor:** HOFFMANN JOERG (DE); WINTERHALTER OLAF (DE); HAFEN MARTIN (DE)  
**Applicant:** MINEBEA KK (JP)  
**Classification:**  
- **International:** *F16C17/10; F16C32/06; H02K7/08; F16C17/00; F16C32/06; H02K7/08; (IPC1-7): H02K7/08; F16C32/06*  
- **European:**  
**Application number:** DE20021032933 20020719  
**Priority number(s):** DE20021032933 20020719; DE20021010229 20020308; DE20021010230 20020308; US20020363784P 20020312

**Report a data error here**

**Abstract of DE10232933**

The device has a shaft (14), a bearing bush (12) engaging round the shaft at a small radial distance and an annular counter bearing at an open end of the bush and connected to it to rotate with it. The shaft has a shoulder (44) and a hydrodynamic axial bearing between the shoulder and an opposing counter bearing surface. A cup bearing is formed between a shaft end (38) and the bush floor. The bush and counter bearing rotate relative to the shaft. Independent claims are also included for the following: (a) a spindle motor with an inventive bearing (b) and a disc drive with an inventive spindle motor.

---

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide



EH2

⑮ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 102 32 933 A 1**

⑤① Int. Cl.<sup>7</sup>:  
**H 02 K 7/08**  
F 16 C 32/06

⑳ Aktenzeichen: 102 32 933.8  
㉔ Anmeldetag: 19. 7. 2002  
④③ Offenlegungstag: 13. 11. 2003

DE 102 32 933 A 1

<p>⑥⑥ Innere Priorität: 102 10 229. 5 08. 03. 2002 102 10 230. 9 08. 03. 2002</p> <p>③① Unionspriorität: 60/363784 12. 03. 2002 US</p> <p>⑦① Anmelder: Minebea Co., Ltd., Meguro, Tokio, JP</p> <p>⑦④ Vertreter: BOEHMERT &amp; BOEHMERT, 80336 München</p>	<p>⑦② Erfinder: Hoffmann, Jörg, 66693 Mettlach, DE; Winterhalter, Olaf, 78736 Epfendorf, DE; Hafen, Martin, 78052 Villingen-Schwenningen, DE</p>
---	--

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ Hydrodynamisches Lager für einen Spindelmotor

⑤⑦ Hydrodynamisches Lager für einen Spindelmotor mit einer Welle, einer Lagerbuchse, welche die Welle mit geringem radialen Abstand umgreift, einem ringförmigen Widerlager an einem offenen Stirnende der Lagerbuchse, das mit der Lagerbuchse drehfest verbunden ist, wobei die Welle eine Schulter aufweist und zwischen der Schulter und einer gegenüberliegenden Fläche des Widerlagers ein hydrodynamisches Axiallager gebildet ist, und wobei zwischen dem von dem Widerlager abgewandten Wellenende und einer die Lagerbuchse verschließenden Bodenfläche ein Spürkuppenlager gebildet ist, wobei die Lagerbuchse und das Widerlager relativ zu der Welle rotieren.

DE 102 32 933 A 1

[0001] Die Erfindung betrifft bürstenlose Gleichstrommotoren der Bauart, die als Spindelmotoren in Plattenlaufwerken verwendet werden, und insbesondere ein hydrodynamisches Lager für solche Spindelmotoren.

[0002] Plattenlaufwerk-Systeme wurden in Computern und anderen elektronischen Einrichtungen seit vielen Jahren zum Speichern digitaler Information verwendet. Information wird auf konzentrischen Speicherspuren einer magnetischen Platte aufgezeichnet, wobei die eigentliche Information in Form magnetischer Übergänge in dem Plattenmedium gespeichert ist. Die Platten selbst sind drehbar auf einer motorisch angetriebenen Spindel montiert, wobei auf die Information mittels Wandlern zugegriffen wird, die auf einem Schwenkarm sitzen, der sich radial über die Oberfläche der Platte bewegt. Um einen fehlerfreien Informationsaustausch zu gewährleisten, müssen die Schreibe-/Leseköpfe oder Wandler exakt zu den Speicherspuren auf der Platte ausgerichtet sein. Voraussetzung für einen sicheren Datentransfer ist also eine stabile und präzise Drehlagerung der Spindel.

[0003] In bürstenlosen Gleichstrommotoren der beschriebenen Bauart, die als Spindelmotoren in Plattenlaufwerken eingesetzt werden, ist die angetriebene Spindel nach dem Stand der Technik traditionell mit Wälzlager drehgelagert. Laufgenauigkeit und Präzision werden dadurch erreicht, daß die Lager spielfrei verspannt eingebaut werden. Außerdem kommen Wälzkörper und Lagerringe mit eingeeengten Abmessungstoleranzen zum Einsatz. Systembedingte Nachteile, wie störende Abrollgeräusche und eingeschränkte Stoßfestigkeit, wurden bislang billigend in Kauf genommen.

[0004] Fluidlager oder hydrodynamische Lager stellen eine erhebliche Verbesserung gegenüber herkömmlichen Kugellagern in Spindelmotoren dar. Bei diesen Arten von Systemen dient ein Schmierfluid - Gas oder Flüssigkeit - zur Trennung der Lagerflächen zwischen einer feststehenden Basis oder Gehäuse und der drehenden Spindel oder Nabe des Motors. Flüssige Schmiermittel umfassen z. B. Öl, komplexere ferromagnetische Fluide oder sogar Luft wurden in hydrodynamischen Lagersystemen eingesetzt.

[0005] Hydrodynamische Lager haben gegenüber Kugellagern den Vorteil verbesserter Laufgenauigkeit höherer Stoßfestigkeit und geringerer Geräuschentwicklung.

[0006] Spindelmotoren für Datenträgerplatten, bei denen eine mit einem Rotor fest verbundene Motorwelle über ein hydrodynamisches Lagersystem gelagert ist, sind im Stand der Technik bekannt. Ein hydrodynamisches Lagersystem gemäß dem Stand der Technik besteht z. B. aus einer Lagerbuchse, die einseitig von einer Gegenplatte geschlossen sein kann. Innerhalb der Lagerbuchse befindet sich eine Motorwelle, die von einem Fluid, vorzugsweise einem Öl, umgeben ist. An der Innenfläche der Lagerbuchse oder an der Außenfläche der Motorwelle sind ein oder mehrere Rillenstrukturen vorgesehen, die zur Erzeugung eines hydrodynamischen Lagerdrucks dienen.

[0007] Es sind ferner hydrodynamische Lager mit axialem Spurkuppenlager in Niederleistungs-Spindelmotoren bekannt, bei denen die axialen Lagerkräfte in einer Richtung durch Abstützung des Lagers im Drehpunkt an einer Gegenplatte aufgenommen werden und die axiale Gegenkraft magnetisch erzeugt wird, beispielsweise durch das Zusammenwirken von Rotor und Stator. Diese Arten von hydrodynamischen Lagern haben jedoch eine sehr geringe axiale Steifigkeit, und ihre Verwendung beispielsweise in Festplattenlaufwerken ist problematisch, weil solche Anwendungen eine axiale Steifigkeit in beiden Axialrichtungen erfordern. Andererseits haben hydrodynamische Lager mit axialen

Spurkuppenlagern den Vorteil eines sehr geringen Reibungsverlusts und somit einer geringen Leistungsaufnahme.

[0008] Ein Beispiel eines hydrodynamischen Lagers gemäß dem Stand der Technik, wie er oben beschrieben ist, ist aus dem U. S. Patent 4,934,836 bekannt.

[0009] Die Erfindung betrifft insbesondere hydrodynamische Lager für Spindelmotoren für Plattenlaufwerke, wie Festplattenlaufwerke, mit sehr kleinen Abmessungen, wie sie z. B. in Laptop-Computern eingesetzt werden. Spindelmotoren mit hydrodynamischen Lagern für Plattenlaufwerke mit kleinen Abmessungen sollten eine niedrige Leistungsaufnahme haben, insbesondere wenn sie in mobilen, batteriebetriebenen Geräten eingesetzt werden. Die bekannten hydrodynamischen Lagersysteme mit niedriger Energieaufnahme basieren in der Regel auf Spurkuppenlager. Das Spurkuppenlager hat eine geringe Energieaufnahme; da jedoch ein zweiseitig wirkendes Drucklager fehlt, sind diese Lager in der Regel nicht unabhängig von der Einbaulage ausreichend stabil. Mit anderen Worten gibt es wenigstens eine Einbaulage, in der diese Lager weniger leistungsfähig sind und eine begrenzte Lebensdauer haben.

[0010] Es ist eine Aufgabe der Erfindung, ein hydrodynamisches Lager für einen Spindelmotor, insbesondere zur Verwendung in einem Plattenlaufwerk, anzugeben, das mit geringer Verlustleistung und hohem Wirkungsgrad arbeitet und somit die Leistungsaufnahme des Spindelmotors insgesamt verringert. Ferner soll das hydrodynamische Lager gemäß der Erfindung so ausgebildet sein, daß es in verschiedenen Einbaulagen verwendet werden kann.

[0011] Diese Aufgabe wird durch ein hydrodynamisches Lager mit den Merkmalen von Anspruch 1 gelöst.

[0012] Die Erfindung überwindet die Probleme des Standes der Technik mit einem hydrodynamischen Lager, das unabhängig von der Einbaulage gleich funktionstüchtig ist und dieselbe Lebensdauer hat. Erfindungsgemäß wird hierzu ein hydrodynamisches Lager mit einem Spurkuppenlager an einem von der Lagerbuchse umschlossenen Wellenende und einem hydrodynamischen axialen Hilfslager an dem gegenüberliegenden Wellenende vorgesehen. Das Hilfslager wird gebildet durch ein Widerlager an dem offenen Stümme der Lagerbuchse, welches mit einer in der Welle ausgebildeten Schulter zusammenwirkt. Das Widerlager ist vorzugsweise nach Art einer Abdeckung der Lagerhülse ausgebildet. Die Schulter kann durch eine Stufe oder eine Schräge in der Welle gebildet sein.

[0013] Das erfindungsgemäße Lager umfaßt eine Welle und eine Lagerbuchse, welche die Welle mit geringem radialen Abstand umgreift. Ein ringförmiges Widerlager ist mit einem Stümme der Lagerbuchse drehfest verbunden.

[0014] Zur Ausbildung eines Axiallagers ist erfindungsgemäß in der Welle eine Stufe zwischen einem Wellenabschnitt mit größerem Wellendurchmesser und einem Wellenabschnitt mit kleinerem Wellendurchmesser ausgebildet. Die Stufe bildet in der Welle eine Schulter, die einer Fläche des Widerlagers unmittelbar gegenüber liegt, wobei ein hydrodynamisches Axiallager zwischen den gegenüberliegenden Flächen der Schulter und des Widerlagers gebildet wird. Zwischen dem von dem Widerlager abgewandten Wellenende und einer die Lagerbuchse verschließenden Bodenfläche wird ein Spurkuppenlager gebildet. Das zwischen der Schulter und dem Widerlager gebildete hydrodynamische Axiallager ist als ein axiales Drucklager realisiert und nimmt axiale Kräfte in Richtung des offenen Stümmes der Lagerbuchse auf. Gleichzeitig verhindert die erfindungsgemäße Gestaltung dieses Axiallagers, daß sich die Welle aus der Lagerbuchse herausbewegen kann. Axiale Kräfte in der entgegengesetzten Richtung werden von dem Spurkuppenlager aufgenommen.

[0015] Durch die erfindungsgemäße Bauweise erhält man ein hydrodynamisches Lager mit guter axialer Steifigkeit und geringer Verlustleistung, das in verschiedenen Einbaulagen zum Einsatz kommen kann.

[0016] In einer Ausführungsform der Erfindung kann das Widerlager als eine ringförmige Abdeckung ausgebildet sein, welche das offene Stirnende der Lagerbuchse, bei dem das dem Widerlager zugeordnete Wellenende aus der Lagerbuchse herausgeführt ist, abschließt. Bei einer anderen Ausführungsform ist das Widerlager durch eine Ringscheibe gebildet, die in das offene Stirnende der Lagerbuchse eingepaßt ist.

[0017] In der Schulter und/oder der gegenüberliegenden Fläche des Widerlagers ist eine Rillenstruktur zur Bildung des hydrodynamischen Axiallagers ausgebildet. Das erfindungsgemäße hydrodynamische Lager umfaßt auch ein oder mehrere Radiallager. Das/die Radiallager ist/sind erfindungsgemäß an dem Wellenabschnitt mit größerem Wellendurchmesser vorgesehen, um eine ausreichende radiale Lagersteifigkeit sicherzustellen. Je nach Bauweise können auf der Welle und/oder an der Innenfläche der Lagerbuchse insbesondere ein oder zwei Rillenstrukturen zur Bildung des/des Radiallagers/s vorgesehen werden.

[0018] Bei einer vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung ist das dem Widerlager zugeordnete Wellenende durch eine zentrale Öffnung in dem Widerlager aus der Lagerbuchse herausgeführt, wobei zwischen der Innenfläche der zentralen Öffnung des Widerlagers und der Welle ein ringförmiger, sich konisch verjüngender Freiraum gebildet ist, der über einen kapillaren Ringspalt mit dem Lagerspalt zwischen der Welle und der Lagerbuchse verbunden ist und eine sogenannte Kapillardichtung bildet. Die Grundlagen solcher "Kapillardichtungen" sind z. B. in dem U. S. Patent Nr. 5,667,309 beschrieben. Der konische Freiraum bildet ein Ausdehnungsvolumen und Reservoir, das mit dem Lagerspalt in Verbindung steht und in welches das Lagerfluid aufsteigen kann, wenn der Fluidpegel bei zunehmender Temperatur ansteigt. Dadurch wird verhindert, daß Lagerfluid aus der Lagerbuchse austritt. Ferner kann bei Abdampfen von Lagerfluid ein Vorrat an Lagerfluid in den Lagerspalt nachgeführt werden.

[0019] Der ringförmige, konische Freiraum wird vorzugsweise durch eine Verjüngung des dem Widerlager zugeordneten Wellenendes oder durch eine Fase der zentralen, inneren Öffnung des Widerlagers gebildet.

[0020] Bei einer vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung ist das Spurkuppenlager von der Lagerbuchse umschlossen. Im Bereich des Spurkuppenlagers kann eine kleine Rillenstruktur an dem gekrümmten Wellenende und/oder der gegenüberliegenden Fläche der Lagerbuchse vorgesehen sein, um während des Betriebs einen Kontakt von Welle und Lagerbuchse zu vermeiden. Außerdem kann das gekrümmte Wellenende und/oder die gegenüberliegende Fläche der Lagerbuchse mit einer sehr harten Schicht versehen sein, um den Verschleiß an der Welle sowie an der Lagerbuchse bei Kontakt zu minimieren. Durch Ausbilden des zweiten Axiallagers als ein Spurkuppenlager wird die Verlustleistung des hydrodynamischen Lagers insgesamt minimal gehalten.

[0021] Die Rillenstrukturen der Radial- und Axiallager haben beispielsweise die Form von Spiralen oder die eines Fischgrätzmusters.

[0022] Die Erfindung sieht auch einen Spindelmotor mit einem hydrodynamischen Lager der oben beschriebenen Art sowie ein Plattenlaufwerk mit einem solchen Spindelmotor vor. In einer Ausführungsform ist das dem Widerlager zugeordnete Wellenende in eine Rotorglocke des Spindelmotors eingespannt oder mit dieser drehfest verbunden. In einer an-

deren Ausführungsform kann dieses Wellenende in ein feststehendes Bauteil des Spindelmotors oder ein Gehäuseteil des Plattenlaufwerks eingespannt oder mit diesem drehfest verbunden sein.

[0023] Das erfindungsgemäße hydrodynamische Lager umfaßt ein erstes hydrodynamisches Axiallager, das als ein axiales Drucklager ausgebildet ist, zwischen der Schulter und dem Widerlager sowie ein zweites hydrodynamisches Axiallager, das als Spurkuppenlager realisiert ist. Eine Druckplatte, wie im Stand der Technik häufig üblich, ist somit erfindungsgemäß zur Bildung der Axiallager nicht notwendig, so daß das erfindungsgemäße Lager mit einer minimalen axialen Bauhöhe realisiert werden kann und besonders verlustarm arbeitet. Da das Widerlager das offene Stirnende der Lagerbuchse abschließt und die in der Welle ausgebildete Schulter gegen das Widerlager abgestützt wird, hat das hydrodynamische Lager eine ausreichende axiale Stabilität und kann in verschiedenen Einbaulagen eingesetzt werden, weil das Widerlager zusätzlich verhindert, daß die Welle sich aus der Lagerbuchse herausbewegen kann.

[0024] Die Erfindung ist im folgenden anhand bevorzugter Ausführungsformen mit Bezug auf die Zeichnungen näher erläutert. In den Figuren zeigen:

[0025] Fig. 1 eine Schnittdarstellung eines Spindelmotors mit einem hydrodynamischen Lager gemäß einer ersten Ausführungsform;

[0026] Fig. 2 eine Schnittdarstellung eines Spindelmotors mit einem hydrodynamischen Lager gemäß einer zweiten Ausführungsform;

[0027] Fig. 3 eine Schnittdarstellung eines Spindelmotors mit einem hydrodynamischen Lager gemäß einer dritten Ausführungsform;

[0028] Fig. 4 eine Schnittdarstellung durch eine Baugruppe für einen Spindelmotor mit einem hydrodynamischen Lager gemäß einer vierten Ausführungsform;

[0029] Fig. 5 eine Schnittdarstellung durch eine Baugruppe für einen Spindelmotor mit einem hydrodynamischen Lager gemäß einer fünften Ausführungsform; und

[0030] Fig. 6 eine Schnittdarstellung durch eine Baugruppe für einen Spindelmotor mit einem hydrodynamischen Lager gemäß einer sechsten Ausführungsform.

[0031] Der in Fig. 1 gezeigte Spindelmotor umfaßt einen Flansch oder eine Grundplatte 10 zur Befestigung an einem Plattenlaufwerk, das in der Figur nicht gezeigt ist. Der Flansch 10 ist drehfest mit einer Lagerbuchse 12 zur Lagerung einer Welle 14 verbunden. Ein Rotor 16 ist drehfest mit der Welle 14 verbunden und dreht relativ zu dem Flansch 10 und der Lagerbuchse 12. Ein Stator 18 ist mit dem Flansch 10 drehfest verbunden.

[0032] Der Rotor 16 umfaßt eine Nabe 20 und die Welle 14, welche zentrisch in der Rotornabe 20 befestigt ist. Ein Rotormagnet 22 ist mit der Innenseite einer Umfangswand der Rotornabe 20 verbunden, z. B. mit dieser verpreßt oder verklebt. Die Außenseite dieser Umfangswand der Rotornabe 20 ist so geformt, daß sie eine oder mehrere Magnetplatten (nicht gezeigt) halten kann.

[0033] Der Stator 18 umfaßt einen Kern 24 und Statorwicklungen 26, die um den Kern 24 gewickelt sind. Ein kleiner Spalt 28 trennt den Stator 18 von dem Rotor 16, der diesem gegenüberliegt und ihn umgibt.

[0034] Die Welle 14 ist erfindungsgemäß in zwei Abschnitte aufgeteilt, ein Wellenabschnitt 30 mit größerem Wellendurchmesser und ein Wellenabschnitt 32 mit kleinerem Wellendurchmesser. Die Lagerbuchse 12 ist ein zylindrisches Bauteil, in dem eine zylindrische Bohrung 34 zur Aufnahme der Welle 14 ausgebildet ist. Der Teil der zylindrischen Bohrung 34 an dem offenen Stirnende der Lagerbuchse 12 hat einen geringfügig größeren Radius, um einen

ringförmigen, sich konisch verjüngenden Freiraum zwischen der Innenfläche der Lagerbuchse 12 und der Welle 14 zu bilden, der eine sogenannte Kapillardichtung bildet.

[0035] Eine Abdeckung 36 ist über dem offenen Stirnende der Lagerbuchse 12 vorgesehen und umgreift dieses. Die Abdeckung 36 ist ringförmig und hat eine zentrale, innere Öffnung mit einem geringeren Radius als dem der zylindrischen Bohrung 34. Die Abdeckung 36 umgreift den Wellenabschnitt 32 mit kleinerem Wellendurchmesser und verhindert, daß sich die Welle 14 aus der Lagerbuchse 12 herausbewegt, wenn der Spindelmotor eine Stoßbelastung erfährt oder in umgekehrter Lage eingebaut betrieben wird.

[0036] Die Welle 14 ist in der zylindrischen Bohrung 34 in der Lagerhülse 12 aufgenommen. Der Teil der Welle 14, der in die zylindrische Bohrung 34 eingefügt ist, umfaßt den Wellenabschnitt 30 mit größerem Wellendurchmesser. An dem von der Lagerhülse 12 umschlossenen Wellenende 38 ist ein Radius ausgebildet, der zusammen mit der gegenüberliegenden Innenfläche der Lagerbuchse 12 ein Spurkuppenlager bildet. Das Wellenende 38 und/oder die gegenüberliegende Innenfläche der Lagerbuchse 12 können mit einer Rillenstruktur versehen sein, um Materialkontakt während des Betriebs zu verhindern.

[0037] Der Lagerspalt 40 zwischen der Lagerbuchse 12 und der Welle 14 ist mit einem Lagerfluid, insbesondere einem Schmieröl gefüllt. Eine druckerzeugende Rillenstruktur ist entweder an der Außenfläche der Welle 14, insbesondere des Wellenabschnitts 30 mit größerem Wellendurchmesser, oder an der Innenfläche der Lagerbuchse 12 ausgebildet, um ein Radiallager zu bilden. Nach Bedarf können ein oder zwei Gruppen von Rillenstrukturen zum Bilden von einem oder zwei Radiallagern vorgesehen sein.

[0038] Zwischen dem Wellenabschnitt 30 mit größerem Wellendurchmesser und dem Wellenabschnitt 32 mit kleinerem Wellendurchmesser ist eine Schulter oder Stufe 44 in der Welle 14 gebildet, welche mit der Abdeckung 36 zusammenwirkt. Die Abdeckung 36 dient auch als ein Widerlager zur Bildung eines hydrodynamischen Axiallagers zwischen den einander zugewandten Flächen der Abdeckung 36 und der Schulter 44 in der Welle 14. An diesen einander gegenüberliegenden Flächen können Rillenstrukturen ausgebildet sein, um das Axiallager zu bilden. Dieses Axiallager kann mit minimalen Kontaktflächen als ein Stütz- oder Zusatzlager ausgebildet werden.

[0039] An dem Flansch 10 ist ein magnetischer Schirm 42 angebracht. Der magnetische Schirm 42 wirkt mit dem Rotormagneten 22 zusammen, um eine Kraft auf den Rotor 16 auszuüben, der diesen in Richtung des Flansches 10 zieht.

[0040] Fig. 2 zeigt eine weitere Ausführungsform eines Spindelmotors mit einem hydrodynamischen Lager gemäß der Erfindung. Der Spindelmotor der Fig. 2 ist ähnlich aufgebaut wie der der Fig. 1; er unterscheidet sich lediglich darin, daß die magnetische Abschirmung bei dem Motor in Fig. 2 fehlt. Dies gilt auch für den in Fig. 3 dargestellten Motor.

[0041] Die Lagerbuchse 12 kann bei der in Fig. 2 gezeigten Ausführungsform in drei Abschnitte aufgeteilt werden. Ein erster Abschnitt 46 der Lagerbuchse 12 liegt bei einem offenen Stirnende der Lagerbuchse und hat einen relativ großen, konstanten Innendurchmesser, wobei eine Ringscheibe 52 in diesen Abschnitt der Lagerbuchse eingefügt ist, z. B. mit ihm verpreßt oder verklebt ist. Die Ringscheibe 52 bildet ein Widerlager, wie unten genauer beschrieben ist. Der zweite Abschnitt 48 der Lagerbuchse hat einen kleineren, konstanten Innendurchmesser und umgreift den Wellenabschnitt 30 mit größerem Wellendurchmesser mit geringem Abstand, so daß ein Lagerspalt 54 zwischen diesem Wellenabschnitt 30 und dem zweiten Abschnitt 48 der La-

gerbuchse gebildet wird. Der dritte Abschnitt 50 der Lagerbuchse wird durch ein geschlossenes Stirnende der Lagerbuchse 12 gebildet, welches dem offenen Stirnende gegenüberliegt.

[0042] Bei dem in Fig. 2 gezeigten hydrodynamischen Lager gemäß der Erfindung wird ein erstes Axiallager zwischen der Ringscheibe 52 und der Stufe oder Schulter 44 gebildet, welche zwischen dem Wellenabschnitt 30 mit größerem Wellendurchmesser und dem Wellenabschnitt 32 mit kleinerem Wellendurchmesser gebildet ist. Hierzu können in einer oder beiden der einander zugewandten Flächen der Ringscheibe 52 bzw. der Stufe 44 Rillenstrukturen ausgebildet sein. Ein zweites Axiallager wird zwischen dem Wellenende 38 und der gegenüberliegenden Fläche des dritten Abschnitts 50 der Lagerbuchse 12 gebildet. Dieses ist, wie in Fig. 1, als ein Spurkuppenlager ausgebildet.

[0043] Ein oder mehrere Radiallager können zwischen dem Umfang des Wellenabschnitts 30 mit größerem Wellendurchmesser und der Innenfläche des zweiten Abschnitts 48 der Lagerbuchse vorgesehen werden, je nach zur Verfügung stehender Wellenlänge und Anforderungen an die Steifigkeit des Lagers. Die Rillenstrukturen der Radial- und Axiallager können beispielsweise in Form von Spiralen oder eines Fischgrätmusters ausgebildet sein.

[0044] Zwischen der zentralen, inneren Öffnung der Ringscheibe 52 und dem hiervon umschlossenen Wellenabschnitt 32 mit kleinerem Wellendurchmesser ist ein sich konisch verjüngender Ringspalt 56 gebildet, der über einen Kapillarspalt mit dem Lagerspalt 54 verbunden ist. Ein kontinuierlicher Kapillarfilm eines Lagerfluids erstreckt sich von dem Lagerspalt 54 in den Ringspalt 56. Der Ringspalt 56 dient als ein Ausgleichsvolumen und Schmiermittelreservoir für den Lagerspalt 54 und bildet eine sogenannte Kapillardichtung.

[0045] Das Spurkuppenlager 58 an dem von der Lagerbuchse 12 umschlossenen Ende der Welle 14 ist durch ein gekrümmtes Wellenende und eine plane, diesem gegenüberliegende Fläche der Lagerbuchse 12 gebildet. Die Welle 14 stützt den Rotor 16 bei diesem Spurkuppenlager gegen die Lagerbuchse 12 ab. Im Bereich des Spurkuppenlagers 58 kann zusätzlich eine kleine Rillenstruktur an dem gekrümmten Wellenende und/oder der gegenüberliegenden Fläche der Lagerbuchse 12 ausgebildet sein, um während des Betriebs einen Kontakt von Welle und Lagerbuchse zu vermeiden. In der Praxis würde es diesen Kontakt von Welle und Lagerbuchse dann nur noch beim Anlaufen bzw. Anhalten des Motors geben. Außerdem kann das gekrümmte Wellenende im Bereich des Spurkuppenlagers 58 und/oder die gegenüberliegende Fläche der Lagerbuchse 12 mit einer sehr harten Schicht, z. B. einer die DLC-Beschichtung versehen sein, um den Verschleiß der Welle 14 und der Lagerbuchse 12 bei dem Kontaktpunkt zu minimieren. Das axiale Spurkuppenlager der Welle kann ferner dadurch realisiert werden, daß die Welle an ihrem Ende abgeschrägt oder gerundet ist oder daß die Welle an ihrem Stirnende auf einem erhabenen Drehpunkt auf der gegenüberliegenden Fläche der Lagerbuchse 12 (nicht gezeigt) aufsitzt.

[0046] Fig. 3 zeigt eine weitere Abwandlung des erfindungsgemäßen Spindelmotors mit einem hydrodynamischen Lager, wobei in dieser Ausführungsform der Spindelmotor mit feststehender Welle 14 und drehender Hülse 12 ausgebildet ist. Bei der in Fig. 3 gezeigten Ausführungsform ist die Welle 14 drehfest mit dem Flansch 10 verbunden, und die Lagerbuchse 12 ist drehfest mit dem Rotor 16 und der Rotornabe 20 verbunden und dreht relativ zu dem Flansch 10 und der Welle 14. Der Stator 18 ist ebenfalls mit dem Flansch 10 verbunden. Im übrigen ist der Aufbau des Spindelmotors der Fig. 3 sehr ähnlich wie der in Fig. 2 gezeigte

Aufbau, wobei dieselben Bezugszeichen verwendet werden und auf die Beschreibung der Fig. 1 Bezug genommen wird. [0047] Anders als bei den Ausführungsformen der Fig. 1 und 2 ist bei der Ausführungsform der Fig. 3 der sich konisch verjüngende Ringspalt 56 durch eine entsprechende konische Verjüngung des Wellenabschnitts 32 mit kleinerem Wellendurchmesser gebildet, wobei die Ringscheibe 52 eine zentrale, innere Öffnung mit konstantem Durchmesser hat. Die Funktion des Ringspaltes 56 ist hier im wesentlichen wie mit Bezug auf Fig. 1 und 2 beschrieben.

[0048] Die in den Figuren dargestellten hydrodynamischen Lager eignen sich für Spindelmotoren mit drehender oder feststehender Welle.

[0049] Weitere Ausführungsformen der Erfindung sind in den Fig. 4 bis 6 gezeigt.

[0050] Fig. 4 zeigt eine Baugruppe eines Spindelmotors mit einem hydrodynamischen Lager gemäß einer vierten Ausführungsform der Erfindung. Die Baugruppe umfaßt einen Flansch 60 mit integrierter Lagerbuchse 60', welche eine Welle 62 mit geringem radialen Abstand unter Bildung eines Lagerspaltes 64 umgreift. Die Welle 62 bildet an ihrem von dem Flansch 60 umschlossenen Ende in Verbindung mit der gegenüberliegenden Innenfläche 66 ein Spurkuppenlager. An ihrem anderen Ende ist die Welle 62 aus dem offenen Stürende der Lagerbuchse 60' des Flansches 60 stirnseitig herausgeführt. Die Welle 62 weist eine Stufe oder Schulter 68 auf, welche mit einem Widerlager 70 zusammenwirkt. Bei der in Fig. 4 gezeigten Ausführungsform ist das Widerlager 70 als eine Abdeckung des offenen Stirnendes der Lagerbuchse 60' gebildet.

[0051] Ein Radiallager ist durch die gezeigte Rillenstruktur 72 auf der Außenfläche der Welle 62 oder der Innenfläche der Lagerbuchse 60' gebildet. Zur Ausbildung eines hydrodynamischen Axiallagers wird auf der Schulter 68 der Welle 62 und/oder der gegenüberliegenden Fläche des Widerlagers 70 ebenfalls eine Rillenstruktur vorgesehen. Das zwischen der Schulter 68 und dem Widerlager 70 gebildete Axiallager dient als ein Hilfslager zum Aufnehmen axialer Kräfte, die den Kräften entgegengesetzt sind, welche auf das Spurkuppenlager wirken. Durch die gezeigte Bauweise kann ein Spindelmotor in verschiedenen Einbaulagen betrieben werden. In der Praxis weist der Motor selbstverständlich weitere Rotor- und Statorkomponenten auf, wie in den Fig. 1 bis 3 gezeigt.

[0052] Fig. 5 zeigt eine Abwandlung des hydrodynamischen Lagers der Fig. 4. Wie in Fig. 4 ist ein Flansch 60 einteilig mit einer Lagerbuchse 60' ausgebildet. Die Lagerbuchse 60' umgreift eine Welle 62 mit geringem radialen Abstand. Die Welle 62 weist eine Schulter 68 im Bereich des Wellenendes, das an dem offenen Stürende der Lagerbuchse 60' herausgeführt ist, auf. An diesem Stürende ist die Lagerbuchse 60' des Flansches 60 mit einem Widerlager 60" versehen, welches der Schulter 68 gegenüberliegt und die Welle 62 umgreift. Das Widerlager 60" ist durch einen Endabschnitt der Lagerbuchse 60' mit kleinerem Innendurchmesser gebildet. Auf den einander gegenüberliegenden Flächen der Schulter 68 und des Widerlagers 60" können wieder Rillenstrukturen zur Bildung eines hydrodynamischen Axiallagers vorgesehen sein.

[0053] An ihrem gegenüberliegenden Stürende ist die Lagerbuchse 60' durch eine Gegenplatte 74 verschlossen. Die Gegenplatte 74 bildet zusammen mit dem benachbarten Wellenende 76 der Welle 62 ein Spurkuppenlager, wie mit Bezug auf Fig. 4 beschrieben. In beiden Ausführungsformen der Fig. 4 und 5 kann eine weitere Rillenstruktur auf dem gewölbten Wellenende 76 und/oder der gegenüberliegenden Fläche im Inneren der Lagerbuchse 60' ausgebildet sein, um im Betrieb den Materialkontakt im Bereich des

Spurkuppenlagers zu vermeiden bzw. zu minimieren.

[0054] Bei beiden Ausführungsformen der Fig. 4 und der Fig. 5 kann im Bereich des offenen Stürendes der Lagerbuchse 60' ein konzentrischer, sich konisch verjüngender Freiraum 78 zwischen der Welle 62 und der Lagerbuchse 60' ausgebildet sein, um eine Kapillardichtung zu bilden, wie oben mit Bezug auf die Fig. 1 bis 3 beschrieben. In den Figuren gezeigt ist dies nur für Fig. 4.

[0055] Die gezeigten Ausführungsformen eignen sich besonders für sehr kleine Spindelmotoren.

[0056] Im Stand der Technik bestehen Spindelmotoren mit hydrodynamischen Lagern in der Regel aus einer Vielzahl getrennter Komponenten, wobei insbesondere die Lagerbuchse von dem Flansch, einem Rahmen, einer Halterung oder einer Grundplatte getrennt ist. Die Bearbeitung und der Zusammenbau der einzelnen Komponenten des hydrodynamischen Lagers ist ein Schlüssel sowohl für die gute Funktionstüchtigkeit als auch für angemessene Kosten der hydrodynamischen Lager. Mit den Bauweisen der Fig. 4 und 5 sowie der unten mit Bezug auf Fig. 6 beschriebenen ist es möglich, einen Spindelmotor mit einem hydrodynamischen Lager aufzubauen, der weniger Komponenten benötigt. Dadurch werden die Kosten gesenkt und der Montagevorgang kann vereinfacht werden. Ferner sind auch weniger Nachbearbeitungsschritte notwendig.

[0057] Zusätzlich ergibt sich bei der gezeigten Bauweise der Vorteil, daß Platz innerhalb des Motors gewonnen wird. Die in den Flansch 60 integrierte Lagerbuchse 60' hat bei der gezeigten Ausführungsform eine Wandstärke ~ 2,5 mm. Bei solchen Wandstärken ist ein zweiteiliger Aufbau mit separater Lagerbuchse und Aufnahme in dem Flansch praktisch nicht mehr realisierbar. Durch die erfindungsgemäße Bauweise verbessern sich die Möglichkeiten, hydrodynamische Lager in Spindelmotoren für sehr kleine Anwendungen einzusetzen, insbesondere in Spindelmotoren für 2,5 Inch Plattenlaufwerke oder kleiner.

[0058] Die Ausführungsformen der Fig. 4 bis 6 zeichnen sich insbesondere dadurch aus, daß die Lagerhülse des hydrodynamischen Lagers in den Flansch oder eine Grundplatte, einen Rahmen oder eine Halterung des Motors integriert ist, also einteilig mit diesem ausgebildet ist. Druck erzeugende Rillenstrukturen für die hydrodynamischen Lager können in dem Flansch oder der Grundplatte etc. ausgebildet werden. Es ist somit keine getrennte Lagerbuchse notwendig, woraus sich ergibt, daß weniger Bauteile benötigt werden und somit geringere Kosten und weniger Aufwand für die Montage entstehen. Gleichzeitig ergibt sich dadurch, daß keine getrennte Lagerbuchse vorgesehen wird, mehr Raum für die Herstellung des hydrodynamischen Lagers in kleinbauenden Spindelmotoren. Der Flansch kann beispielsweise aus Aluminium oder Stahl bestehen und im Bereich der Lager hart-beschichtet sein.

[0059] Eine weitere Ausführungsform des erfindungsgemäßen Lagers ist in Fig. 6 gezeigt. Fig. 6 zeigt einen Flansch 60 mit einer integrierten Lagerbuchse 60'. Die Lagerbuchse 60' umgreift die Welle 62 mit geringem radialen Abstand. Ihre der Welle zugewandten Innenfläche bildet ein Widerlager 60", das mit der Welle 62 zusammenwirkt. Die Welle 62 weist eine konische Erweiterung 62' auf, die sich vom offenen Ende der Lagerbuchse 60' bis zu der Gegenplatte 74 erstreckt. Die so geformte Welle 62 ist komplementär zur Innenkontur der Lagerbuchse 60' geformt. Durch eine Rillenstruktur auf der Welle 62 und/oder der Innenseite der Lagerbuchse 60' wird ein hydrodynamisches Lager gebildet, das sowohl eine radiale als auch eine axiale Kraftkomponente aufnehmen kann.

[0060] Bei der Ausführungsform der Fig. 6 weist die Welle 62 ein flaches Stürende 80 auf, das zusammen mit der

gegenüberliegenden Fläche der Gegenplatte 74 ein hydrodynamisches Axiallager bildet. Hierzu können entsprechende Rillenstrukturen auf dem Stirmende 80 und/oder der gegenüberliegenden Fläche der Gegenplatte 74 vorgesehen sein. Axiale Kräfte in der Gegenrichtung werden von der geneigten Innenfläche 60' der Lagerbuchse 60' aufgenommen, welche als Widerlager wirkt.

[0061] Auch das hydrodynamische Lager der Fig. 6 eignet sich besonders für sehr kleine Spindelmotoranwendungen, insbesondere für Plattenlaufwerke von 2,5 Inch oder kleiner. Durch Integration der Lagerbuchse in den Flansch ergibt sich insgesamt eine bessere Platzausnutzung, weil nicht doppelte Materialstärken für Lagerbuchse und Halterung der Lagerbuchse im Flansch vorgesehen werden müssen. Ferner ergeben sich dadurch, daß weniger Bauteile benötigt werden, Vorteile für Montage und Zusammenbau.

[0062] Die erfindungsgemäße Gestaltung des hydrodynamischen Lagers erlaubt es, den Spindelmotor in beliebiger Einbaulage zu betreiben, wobei in jeder Einbaulage radiale und axiale Lagerkräfte aufgenommen werden können. Gleichzeitig stellt die Erfindung ein hydrodynamisches Lager zur Verfügung, das eine minimale axiale Länge und eine ausreichende axiale Steifigkeit hat, um es beispielsweise in Plattenlaufwerken zu verwenden.

[0063] Die in der vorstehenden Beschreibung, den Ansprüchen und den Zeichnungen offenbarten Merkmale können sowohl einzeln als auch in beliebiger Kombination für die Verwirklichung der Erfindung in ihren verschiedenen Ausgestaltungen von Bedeutung sein.

#### Bezugszeichenliste

10	Flansch oder Grundplatte	
12	Lagerbuchse	
14	Welle	
16	Rotor	
18	Stator	
20	Rotornabe	
22	Rotormagnet	
24	Stator Kern	
26	Statorwicklungen	
28	Spalt	
30	Wellenabschnitt mit größerem Wellendurchmesser	
32	Wellenabschnitt mit kleinerem Wellendurchmesser	
34	zylindrische Bohrung	
36	Abdeckung	
38	Wellenende	
40	Lagerspalt	
42	Magnetschirm	
44	Schulter	
46	erster Abschnitt der Lagerbuchse	
48	zweiter Abschnitt der Lagerbuchse	
50	dritter Abschnitt der Lagerbuchse	
52	Ringscheibe, Widerlager	
54	Lagerspalt	
56	Ringspalt	
58	Spurkuppenlager	
60	Flansch	
60'	Lagerbuchse	
60"	Widerlager	
62	Welle	
62'	konische Erweiterung der Welle	
64	Lagerspalt	
66	Innenfläche der Lagerbuchse	
68	Schulter	
70	Widerlager	
72	Rillenstruktur	
74	Gegenplatte	

76 Wellenende  
78 konischer Freiraum  
80 Axiallager

#### Patentansprüche

1. Hydrodynamisches Lager für einen Spindelmotor mit einer Welle (14), einer Lagerbuchse (12), welche die Welle (14) mit geringem radialen Abstand umgreift, einem ringförmigen Widerlager (52) an einem offenen Stirmende der Lagerbuchse (12), das mit der Lagerbuchse (12) drehfest verbunden ist, wobei die Welle (14) eine Schulter (44) aufweist und zwischen der Schulter (44) und einer gegenüberliegenden Fläche des Widerlagers (52) ein hydrodynamisches Axiallager gebildet ist, und wobei zwischen dem von dem Widerlager (52) abgewandten Wellenende (38) und einer die Lagerbuchse (12) verschließenden Bodenfläche ein Spurkuppenlager (58) gebildet ist, wobei die Lagerbuchse (12) und das Widerlager (52) relativ zu der Welle (14) rotieren.
2. Hydrodynamisches Lager nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Widerlager (52) als eine Abdeckung (36) ausgebildet ist, welche das Stirmende der Lagerbuchse (12) abschließt, das der Bodenfläche der Lagerbuchse (12) gegenüberliegt, und durch welche das dem Widerlager (52) zugeordnete Wellenende aus der Lagerbuchse (12) herausgeführt ist.
3. Hydrodynamisches Lager nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Widerlager (52) durch eine Ringscheibe (52) gebildet ist, die in das Stirmende der Lagerbuchse (12) eingepaßt ist, das der Bodenfläche der Lagerbuchse (12) gegenüberliegt, und durch welche das dem Widerlager (52) zugeordnete Wellenende aus der Lagerbuchse (12) herausgeführt ist.
4. Hydrodynamisches Lager nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß in der Schulter (44) und/oder der gegenüberliegenden Fläche des Widerlagers (52) eine Rillenstruktur ausgebildet ist.
5. Hydrodynamisches Lager nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das dem Widerlager (52) zugeordnete Wellenende durch eine zentrale Öffnung in dem Widerlager (52) aus der Lagerbuchse (12) herausgeführt ist und zwischen der Innenfläche der zentralen Öffnung des Widerlagers (52) und der Welle (14) ein ringförmiger, sich konisch verjüngender Freiraum zur Bildung einer Kapillardichtung vorgesehen ist.
6. Hydrodynamisches Lager nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Spurkuppenlager (58) von der Lagerbuchse (12) umschlossen ist.
7. Hydrodynamisches Lager nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß im Bereich der Welle (14) wenigstens ein Radiallager mit einer Rillenstruktur an der Welle (14) und/oder der Innenfläche der Lagerbuchse (12) ausgebildet ist.
8. Spindelmotor mit einem hydrodynamischen Lager nach einem der vorangehenden Ansprüche.
9. Plattenlaufwerk mit einem Spindelmotor nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß das dem Widerlager (52) zugeordnete Wellenende in eine Rotorglocke des Spindel Motors eingespannt oder mit dieser drehfest verbunden ist.

10. Plattenlaufwerk mit einem Spindelmotor nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß das dem Widerlager (52) zugeordnete Wellenende in ein feststehendes Bauteil des Spindelmotors oder ein Gehäuseteil des Plattenlaufwerks eingespannt oder mit diesem drehfest verbunden ist. 5

11. Spindelmotor mit einer Welle (62) und einer Lagerbuchse (60'), welche die Welle (62) mit geringem radialen Abstand umgreift, wobei zwischen der Welle (62) und der Lagerbuchse (60') ein hydrodynamisches Lager gebildet ist, wobei die Lagerbuchse (60') einteilig mit einem Flansch (60), einer Grundplatte oder einem anderen feststehenden Rahmenbauteil des Spindelmotors ausgebildet ist. 10

---

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

---

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65



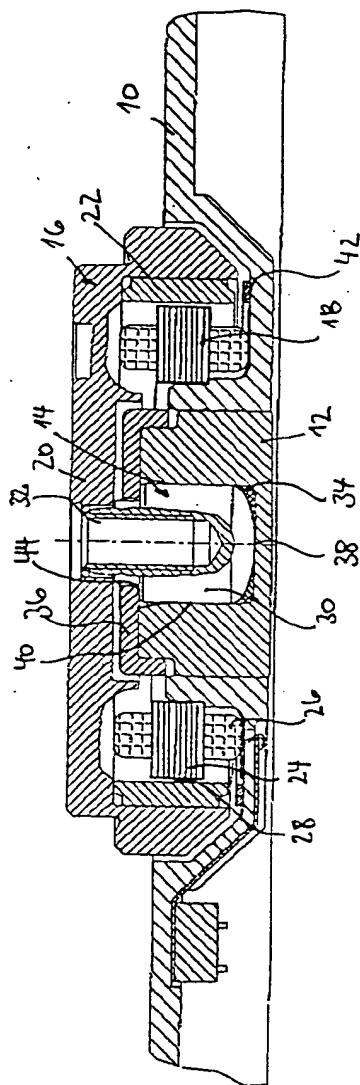


Fig. 1

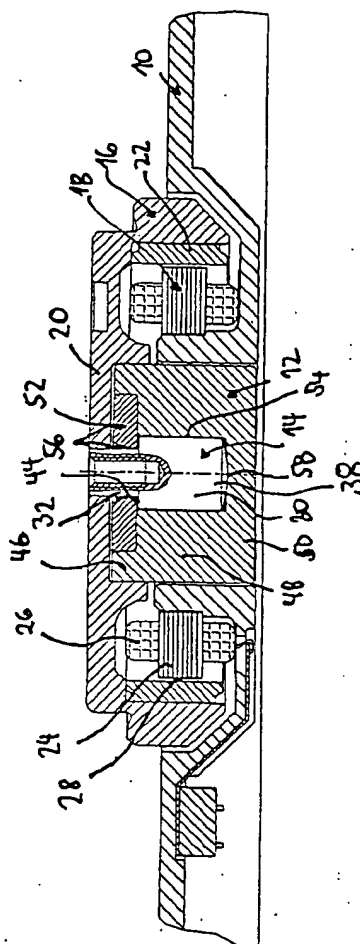
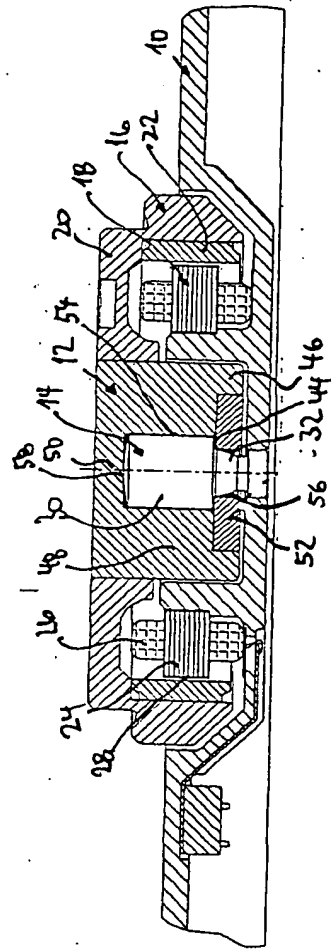


Fig. 2.

**Best Available Copy**



**Best Available Copy**

